

Proposal for PhD study "Smart Process Control" at FCHPT STU, 2026/2027	
<i>Supervisor</i>	
Supervisor	doc. Mgr. Ľubomíra Horanská, PhD.
Supervisor specialist (opt)	
# D1 publications / 5 years	7
# Q1 publications / 5 years	0
# Q2 publications / 5 years	0
H index	6
Publication/Project 1	VEGA 1/0318/25 Aggregation of uncertain data and its specifics when used in neural networks
Publication/Project 2	
Additional funding	
<i>PhD Topic</i>	
Title	Generalized Fuzzy Integrals for Information Fusion in Smart Process Control
Title in Slovak	
Abstract	<p>Smart Process Control systems increasingly rely on heterogeneous data sources, multiple performance indicators, and expert knowledge. These systems must operate under uncertainty, interaction between variables, and incomplete or qualitative information. Classical control and optimization methods often employ additive models that are insufficient for capturing such complex dependencies.</p> <p>This PhD project focuses on the theoretical development of fuzzy integrals and their generalizations as advanced aggregation and information fusion tools for Smart Process Control. The research will emphasize mathematical foundations, axiomatic properties, and structural analysis of fuzzy integrals, with selected illustrative applications in smart process monitoring, decision-making, or control-support systems. The project is theory-driven. Application aspects serve primarily as motivation and validation of the developed mathematical concepts.</p>
Abstract in Slovak	<p>Systémy Smart Process Control sa čoraz viac opierajú o heterogénne zdroje dát, viacero výkonnostných ukazovateľov a expertné znalosti. Tieto systémy musia fungovať v podmienkach neistoty, vzájomných interakcií medzi premennými a neúplných alebo kvalitatívnych informácií. Klasické metódy riadenia a optimalizácie často využívajú aditívne modely, ktoré nie sú schopné adekvátne zachytiť takéto komplexné závislosti.</p> <p>Tento doktorandský projekt je zameraný na teoretický rozvoj fuzzy integrálov a ich zovšeobecnení ako pokročilých nástrojov agregácie a fúzie informácií v systémoch Smart Process Control. Výskum bude klásť dôraz na matematické základy, axiomatické vlastnosti a štruktúrnu analýzu fuzzy integrálov, pričom vybrané ilustračné aplikácie budú smerované do oblasti inteligentného monitorovania procesov, rozhodovania alebo systémov podpory riadenia.</p> <p>Projekt je teoreticky orientovaný. Aplikačné aspekty budú slúžiť predovšetkým ako motivácia a overenie vyvinutých matematických konceptov.</p>
<i>Evaluation</i>	
Committee/head	Passed, 21.2.2026

Proposal for PhD study "Smart Process Control" at FCHPT STU, 2026/2027	
<i>Supervisor</i>	
Supervisor	doc. Ing. Juraj Oravec, PhD.
Supervisor specialist (opt)	
# D1 publications / 5 years	3 (WoS)
# Q1 publications / 5 years	3 (WoS)
# Q2 publications / 5 years	6 (WoS)
H index	10 (WoS)
Publication/Project 1	Y. Jiang - J. Oravec - B. Houska - M. Kvasnica: Parallel MPC for Linear Systems with Input Constraints, IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 66, pp. 3401-3408, 2021
Publication/Project 2	VEGA 1/0339/26
Additional funding	
<i>PhD Topic</i>	
Title	Development of Advanced Methods for Embedded MPC
Title in Slovak	Vývoj pokročilých metód pre vnorené prediktívne riadenie
Abstract	The development of methods for embedded Model Predictive Control policies focuses on creating advanced approaches and algorithms to enable distributed or parallelizable control for complex and embedded systems. These control strategies aim to optimize control performance of the interconnected subsystems while ensuring computational efficiency, closed-loop system stability, and robustness subject to uncertainties and disturbances. The research project considers designing mathematically tractable approaches that introduce robust control policy to enable distributed and parallel decision-making, addressing challenges such as communication constraints, subsystem interactions, and the demands of real-time implementation.
Abstract in Slovak	Vývoj metód pre vnorené prediktívne riadenie založené na modeli sa zameriava na návrh pokročilých metód a algoritmov riadenia, ktoré umožňujú efektívne využiť distribuované alebo paralelné výpočty pre zložité alebo a vnorené systémy. Tieto riadiace metódy majú za cieľ optimalizovať kvalitu riadenia vzájomne prepojených systémov, pri zabezpečení výpočtovej efektívnosti, stability uzavretého regulačného obvodu a robustnosti voči neurčitostiam a poruchám. Vedecký projekt zahŕňa návrh vhodných matematických prístupov, ktoré uvažujú robustné riadenie s ohľadom na distribuované a paralelné výpočty. Pritom sa riešia výzvy spojené s komunikačnými obmedzeniami, interakciami medzi systémami a požiadavky na implementáciu v reálnom čase.
<i>Evaluation</i>	
Committee/head	Passed, 21.2.2026

Proposal for PhD study "Smart Process Control" at FCHPT STU, 2026/2027	
<i>Supervisor</i>	
Supervisor	doc. Ing. Radoslav Paulen, PhD.
Supervisor specialist (opt)	
# D1 publications / 5 years	1 (WoS)
# Q1 publications / 5 years	2 (WoS)
# Q2 publications / 5 years	6 (WoS)
H index	15 (WoS)
Publication/Project 1	C. E. Valero – M. Villanueva – B. Houska – R. Paulen: Set-Based State Estimation: A Polytopic Approach. In Preprints of the 21st IFAC World Congress (Virtual), Berlin, Germany, July 12-17, 2020, vol. 21, pp. 11428–11433, 2020.12-17, 2020, vol. 21, pp. 11428–11433, 2020.
Publication/Project 2	VEGA 1/0263/25: Safe and Reliable Industrial Monitoring, Optimization, and Control
Additional funding	
<i>PhD Topic</i>	
Title	Set-based control of nonlinear systems
Title in Slovak	Množinové riadenie nelineárnych systémov
Abstract	As the computers and algorithms get generally faster, many new control concepts become tractable and can be developed. Set-based control is one of these, where the primary use of sets is in enveloping a space of possible evolutions of variables of a system over time. If these envelopes can be obtained in reasonable time, many properties of dynamic systems such as stability or robustness can be reasoned about. The first goal of the thesis is to build a novel type of multi-base set arithmetics that combines elements such as interval analysis, convex-set theory, and polynomial-functions theory to achieve the best trade-off between accuracy of representation and the burden associated with the underlying calculations to obtain the envelopes. The second goal of the thesis is to develop methods of synthesis of controllers that can be used for safe and reliable control of nonlinear systems. The project of the thesis will be finished with a successful demonstration of the developed techniques on a laboratory plant.
Abstract in Slovak	Ako sa počítače a algoritmy stávajú rýchlejšími, viaceré prelomové koncepty riadenia sa stávajú dostupnými a môžu byť rozvíjané. Množinové riadenie patrí k takýmto konceptom, kde hlavným účelom využitia množín je nájdenie všetkých možných scenárov vývoja systému v čase. Ak je takáto informácia dostupná v rozumnom čase, môže byť vyšetrených veľa vlastností systému, ako napríklad stabilita a robustnosť. Prvým cieľom práce je vytvorenie novej multi-bázovej množinovej aritmetiky, ktorá kombinuje intervalovú analýzu, teóriu konvexných množín a teóriu polynomických funkcií, na dosiahnutie najlepšieho pomeru presnosti a výpočtovej sily potrebnej na prácu. Druhou úlohou práce je vytvoriť metódy na návrh riadenia použiteľné pre bezpečné a spoľahlivé riadenie nelineárnych sústav. Práca na predkladanej téme bude ukončená experimentálnym overením vyvinutých metód na laboratórnom zariadení.
<i>Evaluation</i>	
Committee/head	Passed, 21.2.2026

Proposal for PhD study "Smart Process Control" at FCHPT STU, 2026/2027	
<i>Supervisor</i>	
Supervisor	doc. Ing. Radoslav Paulen, PhD.
Supervisor specialist (opt)	
# D1 publications / 5 years	1 (WoS)
# Q1 publications / 5 years	2 (WoS)
# Q2 publications / 5 years	6 (WoS)
H index	15 (WoS)
Publication/Project 1	M. Mojto – K. Ľubušký – M. Fikar – R. Paulen: Data-based design of inferential sensors for petrochemical industry. Computers & Chemical Engineering, vol. 153, pp. 107437, 2021.
Publication/Project 2	VEGA 1/0263/25: Safe and Reliable Industrial Monitoring, Optimization, and Control
Additional funding	
<i>PhD Topic</i>	
Title	Development of reliable and explainable models for industrial monitoring, optimization, and control
Title in Slovak	Vývoj spoľahlivých a vysvetliteľných modelov pre priemyselné monitorovanie, optimalizáciu a riadenie
Abstract	Safe and sustainable process systems, which constitute the backbone of a modern, developed society, require sensing of key process variables, estimation of unmeasured variables, and application of actions that steer the systems towards desired goals. Automation of human decisions in such tasks would make these decisions become fast, reliable, and error-free. A key technology on the rise in this context is the use of combined mathematical modelling and statistical learning to gather information through software (soft) sensors to monitor, assess, and steer the behaviour of dynamic systems (e.g., industrial processing plants, water, gas and energy networks, or manmade machines and vehicles) into desired operating regimes. The delivered tools will exploit domain knowledge – making the designed mathematical models explainable – and assess and improve the information content of the data – making the models reliable and fit for industrial needs.
Abstract in Slovak	Bezpečné a udržateľné procesné systémy, ktoré tvoria chrbticu modernej, rozvinutej spoločnosti, vyžadujú snímanie kľúčových procesných premenných, odhad nameraných premenných a uplatňovanie činností, ktoré smerujú systémy k požadovaným cieľom. Automatizácia ľudských rozhodnutí pri takýchto úlohách umožní, aby sa tieto rozhodnutia stali rýchlymi, spoľahlivými a bezchybnými. Kľúčovou technológiou na vzostupe je v tomto kontexte používanie kombinovaného matematického modelovania a štatistického učenia na zhromažďovanie informácií prostredníctvom softvérových senzorov na monitorovanie, hodnotenie a riadenie správania dynamických systémov (napr. priemyselných spracovateľských závodov, vody, plynu a energetických sietí alebo umelých strojov a vozidiel) do požadovaných prevádzkových režimov. Vyvinuté nástroje budú využívať fyzikálne poznanie – vďaka čomu budú navrhnuté matematické modely vysvetliteľné – a budú schopné posúdiť a zlepšiť informačný obsah údajov – vďaka čomu budú modely spoľahlivé a vhodné pre priemyselné potreby.
<i>Evaluation</i>	
Committee/head	Passed, 21.2.2026

Proposal for PhD study "Smart Process Control" at FCHPT STU, 2026/2027	
<i>Supervisor</i>	
Supervisor	doc. Ing. Radoslav Paulen, PhD.
Supervisor specialist (opt)	
# D1 publications / 5 years	1 (WoS)
# Q1 publications / 5 years	2 (WoS)
# Q2 publications / 5 years	6 (WoS)
H index	15 (WoS)
Publication/Project 1	R. Paulen – M. Jelemenský – Z. Kovacs – M. Fikar: Economically optimal batch diafiltration via analytical multi-objective optimal control. Journal of Process Control, vol. 28, pp. 73–82, 2015.
Publication/Project 2	VEGA 1/0263/25: Safe and Reliable Industrial Monitoring, Optimization, and Control
Additional funding	
<i>PhD Topic</i>	
Title	Modelling, Optimal Design and Optimal Operation of Membrane Processes
Title in Slovak	Modelovanie, optimálny návrh a optimálna prevádzka membránových procesov
Abstract	Membrane processes are crucial in various industrial sectors, including water purification, pharmaceuticals, and food processing, due to their efficiency and sustainability. This proposed research aims to develop an integrative framework that combines advanced mathematical modeling techniques with optimization algorithms to achieve optimal design and operation of membrane processes. The study will involve the development of comprehensive mathematical models that capture the complex phenomena involved in membrane processes, considering factors such as mass transfer, fluid dynamics, and membrane fouling. Furthermore, the research will focus on optimizing the design parameters of membrane systems to enhance performance, minimize energy consumption, and reduce environmental impact. Finally, the proposed framework will facilitate real-time optimization strategies for the optimal operation of membrane processes, ensuring efficient and sustainable operation under varying operating conditions. Overall, this research will contribute to the advancement of membrane technology and its widespread adoption in industrial applications.
Abstract in Slovak	Membránové procesy sú kľúčové v rôznych priemyselných odvetviach, vrátane čistenia vody, farmaceutického priemyslu a spracovania potravín, vďaka ich účinnosti a udržateľnosti. Navrhovaný výskum si kladie za cieľ vyvinúť integratívny rámec, ktorý kombinuje pokročilé matematické modelovacie techniky s optimalizačnými algoritmi s cieľom dosiahnuť optimálne navrhovanie a prevádzku membránových procesov. Štúdia bude zahŕňať vývoj komplexných matematických modelov, ktoré zachytávajú zložité fenomény spojené s membránovými procesmi, pričom sa zohľadnia faktory ako prechod látky, hydrodynamika a zanášanie membrány. Ďalej sa výskum bude zameriavať na optimalizáciu návrhových parametrov membránových systémov s cieľom zlepšiť výkon, minimalizovať spotrebu energie a znížiť environmentálny vplyv. Nakoniec, navrhovaný rámec umožní stratégie na real-time optimalizáciu pre optimálnu prevádzku membránových procesov, čo zabezpečí efektívnu a udržateľnú prevádzku pri rôznych prevádzkových podmienkach. Celkovo prispeje tento výskum k rozvoju membránovej technológie a jej rozsiahlemu použitiu v priemyselných aplikáciách.
<i>Evaluation</i>	
Committee/head	Passed, 21.2.2026

Proposal for PhD study "Smart Process Control" at FCHPT STU, 2026/2027	
<i>Supervisor</i>	
Supervisor	doc. Ing. Radoslav Paulen, PhD.
Supervisor specialist (opt)	
# D1 publications / 5 years	1 (WoS)
# Q1 publications / 5 years	2 (WoS)
# Q2 publications / 5 years	6 (WoS)
H index	15 (WoS)
Publication/Project 1	A. R. Gottu Mukkula – R. Paulen: Optimal experiment design in nonlinear parameter estimation with exact confidence regions. Journal of Process Control, zv. 83, str. 187–195, 2019.
Publication/Project 2	VEGA 1/0263/25: Safe and Reliable Industrial Monitoring, Optimization, and Control
Additional funding	
<i>PhD Topic</i>	
Title	Robust Optimal Experiment Design
Title in Slovak	Robustný návrh optimálnych experimentov
Abstract	This project develops approaches to robust model-based design of experiments in the context of maximum-likelihood estimation. The developed approaches provide robustification of model-based methodologies for the design of optimal experiments by accounting for the effect of the parametric uncertainty. The problem of robust optimal design of experiments in the framework of nonlinear least-squares parameter estimation is well known, yet the presently existing methods do not solve it to a full extent. A promising step towards solving the problem appears to be based on multi-stage robust optimization. The multi-stage formalism can aid in identifying experiments that are better conducted in the early phase of experimentation, where parameter knowledge is poor.
Abstract in Slovak	V tomto projekte sú vyvíjané prístupy k robustnému návrhu optimálnych experimentov v kontexte odhadu s najväčšou pravdepodobnosťou. Vytvorené metódy poskytujú robustifikáciu metód optimálneho návrhu experimentov založených na modeli vzhľadom na neurčitost' v parametroch. Problém robustného návrhu optimálnych experimentov je dobre známy, avšak existujúce metódy neposkytujú dostatočne kvalitné riešenie. Sľubným smerom vo vývoji nových metód sa ukazuje byť robustná dvojstupňová optimalizácia. Robustná dvojstupňová optimalizácia môže napomôcť v identifikovaní experimentov, ktoré je vhodné vykonať v úvodnej fáze experimentovania, kedy sú poznatky o odhadovaných parametroch nedostatočné.
<i>Evaluation</i>	
Committee/head	Passed, 21.2.2026